

# Az épületekben felhasznált energiahordozók primerenergia-tényezője: mennyi az annyi? – 1. rész

Dr. Szalay Zsuzsa PhD – Kiss Benedek

## Abstract

Energy use of buildings must be expressed in terms of primary energy for energy ratings and compliance with regulations according to the European Energy Performance of Buildings Directive. Primary energy factors per energy carrier may be based on national and regional yearly average values. In the national regulations, however, it is common to apply „desired” values in line with energy strategy and political preferences instead of calculated values reflecting physical flows. A clear guidance is still missing on the determination of primary energy factors, although these have a very significant influence on the energy assessment of a building.

The first part of this paper gives a summary on the available definitions of primary energy and primary energy factors, their role in European directives, the interpretation in standards and the values applied in different Member States. The second part of the paper describes the Hungarian primary energy factors and compares them with the values calculated based on a life cycle approach. In addition, electricity primary energy factors are determined for peak and off-peak electricity based on the production of power plants in 2017. The conclusion is that there is a significant difference between the regulated and the „real” life cycle based values.

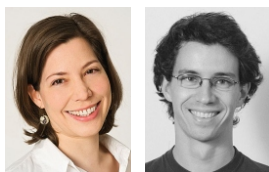
## Bevezetés

A hazai épületenergetikai rendelet szerint az épületek összes energiafogyasztását, azaz az épület épületgépészeti és világítási rendszereinek energiafogyasztását *primer energiában* kell kifejezni. Így kapjuk az ún. összesített energetikai jellemzőt, amelyre az egyik követelményszint épül, és ez képezi az energetikai tanúsítás szerinti osztályba sorolás alapját is. A primer energiaigény számításakor a különböző forrásból származó végenergiát egy-egy váltószámmal szorozzuk meg, így az energiaigények összeadhatók válnak. Ez azért fontos, mert az energiahordozóink nem egyformán „értékesek”, az előállításukhoz nem ugyanannyi természetből vett energia szükséges.

A primer energia fogalmát az energiapolitikában gyakran használják, hiszen ez az országok energiatermelésének, fogyasztásának és a tervezett megtakarításoknak is fontos mérőszáma.

<sup>1</sup> BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

<sup>2</sup> BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék



Az EU egyik fő célkitűzése az energiahatékonyság növelése 2020-ra, amit a primer energiafogyasztás 20%-os csökkentésében irányoztak elő.

Megkülönböztetünk primer (elsődleges) és szekunder (másodlagos) energiahordozókat. A primer energiahordozók a természetben található energiaforrások, míg a valamilyen átalakításon átesett energiahordozókat szekunder energiahordozónak nevezzük. A villamos energia például szekunder energia, amelyet jellemzően fosszilis tüzelőanyagokból állítunk elő, de ennek az átalakításnak az átlagos hatásfoka csupán kb. 40%. Ez azt jelenti, hogy 1 kWh villamos energia előállításához átlagosan 2,5 kWh primer energiahordozót kell felhasználnunk, azaz a primer energia váltószáma 2,5. A primer energia váltószám alapvetően a megtermelt hő- vagy villamos energia és az előállításához szükséges energiahordozó mennyisége közötti viszonyt fejezi ki. Minél nagyobb ez az arány, annál kevésbé hatékony a folyamat és nagyobbak az átalakítási és szállítási veszteségek.

A primer energia váltószámoknak, különösen az egyes energiahordozók egymáshoz viszonyított arányának nagy a jelentősége, hiszen egyes energiahordozók a kisebb váltószámok miatt előnyösebb helyzetbe kerülhetnek. Jellemző, hogy a rendeletekben a váltószámok nemcsak fizikai tényeken alapulnak, hanem energiapolitikai megfontolások is közrejátszanak a meghatározásukban – bizonyos energiahordozók használatát ezen keresztül ösztönözhetik, másokét gátolhatják. A fűtési rendszer megválasztását például alapvetően befolyásolja a primer energia váltószám: egy magas primer energia tényezőjű, például direkt elektromos fűtéssel nagyon nehéz megfelelni az épületenergetikai követelményeknek.

A primer energia váltószámok értéke energiastratégiai szempontból komplex kérdés. Amennyiben bizonyos technológiák primer energia váltószáma túl alacsony, az nem ösztönzi az energiahatékonysági intézkedéseket. A kis primer energia váltószám hatására egyes energiafogyasztások leértékelődhetnek, ami túlzott energiafogyasztáshoz vezethet. Ha csak a nem megújuló primer energiafogyasztást vesszük figyelembe, az „ideális” épület akár egy rengeteg napelemmel vagy fakandallóval ellátott „sátor” is lehetne. Ezt Magyarországon úgy küszöböljük ki, hogy az elemi hőátbocsátási tényezőkre és az épületre külön követelmények vonatkoznak, amelyek függetlenek a primer energia váltószámoktól.

Amennyiben viszont valamely energiahordozó primer energia váltószáma túl nagy a többihez képest, akkor annak felhasználását gátoljuk. Például az EU egyik fontos célja a villamos energiatermelés dekarbonizációja, ezért az utóbbi években egyre nagyobb a megújuló energiából előállított villamos energia aránya. Ennek köszönhetően a villamos energia nem megújuló primer energia tartalma fokozatosan csökken és ez a trend várhatóan a jövőben is folytatódni fog.

Ezzel összhangban több szektorban – például az épületekben és a közlekedésben – egyre nagyobb arányú villamosítást terveznek. Ha azonban a villamos energia primer energia váltószáma állandó érték és nem követi a dekarbonizációt, akkor nem támogatjuk a villamos energiát használó rendszerek elterjedését. Az sem jó azonban, ha a villamosítás túl gyors ütemben valósul meg, és a megnövekedett igényt nem a többlet megújuló energia fedezi, hanem a fosszilis erőművek termelése növekszik.

A primer energia váltószámok megfelelő megválasztása tehát nagyon fontos kérdés. A váltószámok meghatározása azonban sokkal komplexebb feladat, mint amilyennek elsőre tűnik. Még akkor is, ha kizárólag fizikai tényekre alapozzuk a számítás, sok módszertani kérdésben kell választanunk, amelyek eltérő eredményekhez vezetnek.

Cikkünk 1. részében bemutatjuk a primer energia váltószámok meghatározásának módszereit, a szabványokban és más EU országokban alkalmazott értékeket. Cikkünk 2. része a hazai épületenergetikai rendelet számait veti össze a „valódi”, életciklus alapon meghatározott értékekkel.

## A primerenergia-tényezők különböző értelmezései

### Definíciók és számítási módszerek

Az OECD/IEA/Eurostat kézikönyv szerint a primer energiahordozókat közvetlenül természetes forrásokból vonják ki vagy termelik ki, ilyenek például a nyersolaj, kőszén, földgáz. A primer energiahordozókból előállított energiahordozókat szekunder energiahordozóknak nevezzük 1.

A hazai épületenergetikai rendelet a következőképpen határozza meg a primerenergia fogalmát, követve az európai irányelvet: „az a megújuló és nem megújuló energiaforrásból származó energia, amely nem esett át semminemű átalakításon vagy feldolgozási eljárásan” 2. Hasonlóképpen fogalmaz az MSZ EN ISO 52000 szabvány is 3.

Ennek értelmében tehát az átalakítási veszteségeket figyelembe kell venni a primerenergia-tényezők számításakor.

Az Eurostat az energiahordozók primer energiatartalmának meghatározását a következők szerint végzi 4:

„A közvetlenül elégethető energiahordozók (fosszilis és megújuló) esetén a primer energiatartalom úgy számítható, mint az energiahordozó elégetése során felszabaduló hőmennyiség. Nem hagyományos energia (víz, szél, fotovillamos, geotermikus, nukleáris és egyéb) esetén fel kell venni az energia határokat és módszertani döntéseket kell hozni a primer energia mennyiségének és természetének megállapítására. Az Eurostat energiastatisztikákban a választás a fizikai energiatartalom módszer. A módszer alapelve, hogy a primer energia az előállítási folyamatban az első olyan áram, aminek gyakorlati energetikai haszna van. Ez az energiahordozótól függetlenül különböző helyzetekhez vezet:

- közvetlenül elégethető energiatermékek (pl. kőszén, földgáz, olaj, biogáz, folyékony bioüzemanyagok, szilárd biomassza és elégethető kommunális/ipari hulladék) esetén a primer energia az égés során felszabaduló hőmennyiség,
- közvetlenül nem elégethető termékek esetén ennek az alapulnak az alkalmazása szerint:

- hő a primer energia formája nukleáris, geotermikus és termikus szolár esetén,

- villamos energia a primer energia formája fotovillamos, szél, víz, ár-apály, hullám és óceán rendszerek esetén.”

Az Eurostat módszertan tehát alapvetően az égéskor felszabaduló hőt veszi figyelembe és az energiahordozóhoz kapcsolódó egyéb veszteségeket nem számítja.

Ezzel szemben az MSZ EN ISO 52000 szabvány megfogalmazásában megjelenik az életciklus szemlélet is, mivel nemcsak az energiatartalomról, hanem az energiaszolgáltatáshoz szükséges egyéb energiafelhasználásról is beszél. A megújuló/nem megújuló primerenergia-tényező a szabvány szerint „egy adott energiahordozó nem megújuló/megújuló primer energiatartalma, amely tartalmazza a végenergiát és a felhasználási pontig történő szolgáltatás figyelembe vett egyéb energiafelhasználását, osztva a végenergiával” 3. Figyelembe vehető a tüzelőanyag kitermelése, illetve akár az átalakító-, szállító hálózat építéséhez, üzemeltetéséhez és bontásához szükséges energia, beleértve az anyagok előállítását és a hulladékfeldolgozást.

A primer energia váltószámok számítására nincsen egy univerzális, tökéletes módszertan. A villamos energia primer energia tartalmának meghatározása különösen összetett és több választást igénylő feladat 5. A primer energia váltószám alapvetően a villamos energia termeléséhez felhasznált primer energia és a megtermelt villamos energia hányadosa. Egyszerűsített módon:

$$PEF_{\text{villamos energia}} = PEF_{\text{energiahordozó}} / \text{átalakítási hatásfok}$$

A villamos energia primer energiatartalmának meghatározásakor a villamos energia szektor jellemzésére különböző választási lehetőségeink vannak:

- a földrajzi kiterjedést illetően figyelembe vehetjük csak az adott ország energiamixét, az import-export hatásával vagy anélkül, vagy a teljes piaci régiót, mivel a villamos hálózat nagymértékben összekapcsolt,
- a technológia és az összetétel várható jövőbeli változásait figyelembe vehetjük dinamikusan változó tényezőkkel vagy dönthetünk állandó tényezők mellett,
- a villamos energia összetétele és primer energiatartalma időben állandóan változik, ezért az időbeli felbontást tekintve figyelembe vehetjük több év átlagát, egy jellemző évet, de akár a szezonális és napi változásokat is,
- figyelembe vehetjük, hogy különböző időszakokban különböző erőművek termelnek, ezért a kiváltott energia megtakarítás különböző időszakokban más (pl. a csúcsidőszakban nem az alaperőművek termeléséből takarítunk meg, hanem a csúcserőműveket váltjuk ki – hazánkban jellemzően gáz- és olaj, illetve import).

### Primer energia az EU-s irányelvekben

Az épületek energetikai jellemzőivel foglalkozó Energy Performance of Building Directive (EPBD), az energiahatékonysággal foglalkozó Energy Efficiency Directive (EED), a megújuló energiákkal foglalkozó Renewable Energy Directive (RED) és a termékekkel foglalkozó Ecodesign és Energy Labelling Directive mind építenek a primer energia fogalmára.

Az EPBD előírja, hogy az épület energiafogyasztását primer energiában kell kifejezni. Az irányelv az egyes energiahordozók primer energia váltószámát azonban nem szabályozza, hanem annak meghatározását a tagállamok hatáskörébe utalja. Az irányelv szerint ezek a váltószámok alapulhatnak nemzeti vagy regionális évi súlyozott átlagértékeken, és figyelembe vehetők a vonatkozó európai szabványok is. A helyszíni energiatermelésre külön értékek is vonatkozhatnak.

Az EPBD legújabb, nemrég életbe lépett, de hazánkban még nem implementált új módosítása a primer energia váltószámok mellett más súlyozó tényezőket is elfogad (például CO<sub>2</sub>-kibocsátás), amelyek alapján az összes súlyozott energiafogyasztás meghatározható [6]. A tényezők nemzeti, regionális, helyi éves, esetleg évszakra vonatkozó vagy havi súlyozott átlagokon alapulhatnak, illetve távhőrendszerek esetén konkrét információk is használhatók. Továbbra is a tagállamok feladata lesz a váltószámok vagy súlyszámok meghatározása, illetve a tagállamok felelőssége, hogy az épület határolószervezetek optimális energiahatékonyságát biztosítsák.

Az EED irányelvben [7] szintén fontos szerepe van a primer energiának, hiszen az EU egyik fő célkitűzése 2020-ra a primer energiafogyasztás 20%-os csökkentése az előrejelzésekhez képest. A tagállamok feladata a nemzeti energiastratégiák, nemzeti energiahatékonysági cselekvési tervek elkészítése, amelyekben végenergiában vagy primer energiában kell kifejezniük a tervezett megtakarításokat. Az EED céljaira azonban kötelező az ott megadott egységes váltószámokat használni, amelyeket a tagállamok csak akkor írhatnak felül, ha ezt kellőképpen indokolni tudják. Villamos energia esetén 2,5 az alapérték. A közelmúltban heves vitákat váltott ki az EED tervezett új módosítása, amelyben a villamos energia eddigi 2,5-ös primer energia váltószámát háttérszámítások alapján 2,0-ra tervezték lecsökkenteni. Több tekintélyes kutatóintézet és szervezet is aggodalmát fejezte ki a szerintük túl alacsony érték miatt. Végül a 2,3-as szám bevezetése a valószínű.

## MSZ EN ISO 52000-1

2017-ben új, átfogó európai szabványsorozatot vezettek be az épületek energetikai jellemzőinek számításához. Ezek közül az MSZ EN ISO 52000-1:2017 foglalkozik a keretrendszerrel, és ez ír a primerenergia-tényezők meghatározásáról [3]. A szabvány melléklete felülírható alapértékeket is megad, amelyek nemzeti értékek hiányában alkalmazhatók. Lehetőség van azonban egy nemzeti melléklet megadására is.

A szabvány háromféle primerenergia-tényezőt különböztet meg:

- nem megújuló primerenergia-tényező ( $f_{p, nren}$ ),
- megújuló primerenergia-tényező ( $f_{p, ren}$ ),
- teljes primerenergia-tényező ( $f_{p, tot}$ ), amely a megújuló és a nem megújuló primerenergia-tényezők összege.

A szabvány szerint a tagállamoknak pontosan definiálniuk kell, hogy az energia életútjának mely szakaszait veszik figyelembe a primer energia átalakítási tényezők meghatározása során.

A szabvány az életciklus alábbi szakaszait különbözteti meg:

- a primer energiahordozó kitermeléséhez szükséges energia,
- a primer energiahordozó finomításához és/vagy átalakításához szükséges energia,
- a primer energiahordozó szállításához szükséges energia,
- az épülethez való szállítás egyéb folyamataihoz szükséges energia (pl. tárolás),
- a finomító és/vagy átalakító egységek építéséhez, üzemeltetéséhez és bontásához szükséges energia,
- a szállító hálózat építéséhez, üzemeltetéséhez és bontásához szükséges energia,
- a hulladékok tisztításához vagy elhelyezéséhez szükséges energia,
- az anyagok beépített energiatartalma.

A szabvány alapértelmezésben az első négy tétel figyelembe vételét javasolja, de nemzeti döntéssel az utolsó négy is figyelembe vehető.

A 1. táblázat mutatja a szabvány által javasolt felülírható értékeket. Lehetőség van az exportált, az újra importált, illetve az irányelv által nem szabályozott véghasználat céljára exportált energiatermelésre különböző primerenergia-tényezők megadására. Az exportált primerenergia-tényező meghatározható a tényleges termelés vagy az „elkerült” primer energia alapján. Akár időben változó primerenergia-tényezők definiálása is lehetséges a jellemző órai eloszlás alapján.

**1. táblázat. Primerenergia-tényezők az MSZ EN ISO 52000-1:2017 szabványban**

Energiahordozó, távolból szolgáltatott		$f_{p, nren}$	$f_{p, ren}$	$f_{p, tot}$
Fosszilis tüzelőanyag	Szilárd	1,1	0	1,1
	Folyékony	1,1	0	1,1
	Gáznemű	1,1	0	1,1
Bio tüzelőanyag	Szilárd	0,2	1	1,2
	Folyékony	0,5	1	1,5
	Gáznemű	0,4	1	1,4
Villamos energia		2,3	0,2	2,5
<b>Közelben termelt</b>				
Távfűtés (földgáz alapon)		1,3	0	1,3
Távfűtés		1,3	0	1,3
<b>Helyben termelt</b>				
Napenergia	PV	0	1	1
	Termikus	0	1	1
Szél		0	1	1
Környezeti	geo-, aero-, hidrotermikus	0	1	1
<b>Exportált</b>				
Villamos energia	A hálózatba	2,3	0,2	2,5
	Nem EPB használatra	2,3	0,2	2,5

Ez a szabvány a primerenergia-tényezők mellett javaslatokat ad arra vonatkozóan is, hogy hogyan definiáljuk a „közelben” történő energiatermelés fogalmát, amelynek a közel nulla



energiaigényű épületek esetén van jelentősége. Míg a távfűtést és a távhűtést mindig közelként fogadják el, az elektromos áramot csak akkor, amennyiben a termelő és a fogyasztó az elosztó hálózatnak ugyanarra az ágára van kötve, közép- vagy annál alacsonyabb feszültségen. Folyékony és gáznemű bio tüzelőanyagok esetén szintén az elosztóhálózat azonos ágán kell lennie, vagy az adott épületnek egy speciális berendezéssel kell kapcsolódnia a neki kiépített csatlakozási pont-hoz. A tagállamok feladata annak eldöntése, hogy csak a helyben és közelben termelt megújuló energiát fogadják-e el a megújuló részarány számításakor, vagy a távoli energiatermelést is.

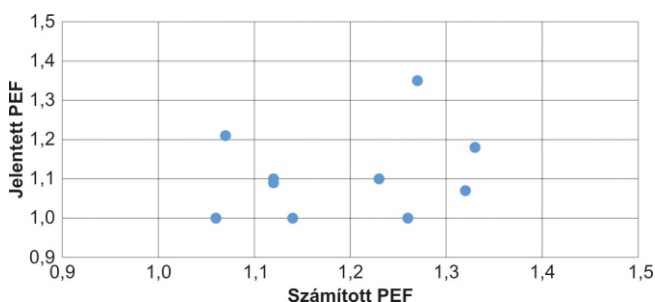
A szabvány a megújuló részarány fogalmát is definiálja. A magyar rendeletről eltérően a vonatkoztatási alap nem a nem megújuló energiaigény (ami több problémát vet fel, ld. 8 ), hanem a teljes primer energiaigény, ami tartalmazza a nem megújuló és a megújuló energiaigényt is.

### Primer energia váltószámok az EU-ban

Az EPBD-ben az egyes tagállamok eltérő primer energia váltószámokat alkalmaznak. Ennek oka egyrészt a fizikai különbségekben rejlik, például a villamos energia előállítása különböző forrásokból történik. Jelenleg azonban nagyobb mértékben térnek el egymástól a számok, mint az a fizikai különbségek miatt indokolható lenne.

Az 1. ábra például a földgáz primer energia váltószámait mutatja 10 EU tagállamban 9 . A „számított” értékeket azonos módszertan szerint számították ki és csak a fizikai jellemzők okozzák az eltéréseket. A „jelentett” értékek a tagállamok által alkalmazott tényleges nemzeti értékek. Az ábra szerint a korreláció nagyon alacsony.

Nagy a szerepe tehát a számítási módszertan különbözőségének és a stratégiai megfontolásoknak. Az országok egy része nem megújuló primerenergia-tényezőket használ, más része viszont a teljes primer energiát veszi figyelembe.



1. ábra. A jelentett és a számított földgáz primerenergia-tényezők összehasonlítása az EU-ban 9

Utóbbi esetben azonban bizonyos országok (pl. Dánia) azzal ösztönzik a helyi megújuló energia termelést, hogy annak teljes primerenergia-tényezőjét 0-ra veszik, szemben a „távoli” megújulóval, amelynek tényezője 1.

A rendszerhatárok és a számítási módszerek is nagyon eltérőek lehetnek. Sok országban a fosszilis tüzelőanyagok váltószáma 1,0, ami arra utal, hogy csak az égéskor felszabaduló hőmennyiséget veszik figyelembe az Eurostat/IEA módszertan alapján (2. táblázat). Több országban azonban 1,0-nél nagyobb az érték, azaz valamilyen szintű szállítási/átalakítási veszteségeket tartalmaz. Gyakori az 1,1-es érték használata is, ami valószínűleg egy egyszerűsített érték a szabvány alapján. Csak néhány ország alkalmaz 1,0-tól és 1,1-től eltérő értékeket, ahol szofisztikáltabb, életciklus alapú elemzéseken alapulnak a számok (pl. a földgáz primerenergia-tényezője Nagy-Britanniában 1,22, Spanyolországban 1,07 10 ).

A biomassza primerenergia-tényezője mutatja a legvegyesebb képet (2. táblázat). Néhány országban csak a nem megújuló energiatartalom alapján nagyon alacsony, akár 0,01-es értéket használnak. Más országokban viszont a teljes primer energiatartalmat veszik figyelembe, így a biomassza és a fosszilis tüzelőanyagok tényezői akár meg is egyezhetnek (1,1-1,2).

A villamos energia váltószámok különbözősége szintén részben a fizikai különbségekre vezethető vissza, hiszen az egyes országokban más az egyes erőmű típusok által termelt energia aránya. Másrészt a villamos energia esetén talán a legnagyobbak a módszertani különbségek az országok között.

A primerenergia-tényezők jelentősen befolyásolják a nemzeti energiahatékonysági terveket és a költségoptimum számításokat is. Amíg minden tagállam különböző módszerekkel határozza meg a tényezőket, a számok nem konzekvensek és nehezen összehasonlíthatóak. Fontos lenne ezért a módszertani harmonizáció.

### Összegzés

A cikkben összefoglaltuk a primer energiaigény és a váltószámok definícióit, a számítási módszereket, illetve a hazai és európai rendeletekben és szabványokban megadott értékeket. Látható, hogy a primerenergia-tényezők meghatározására nincsen egy univerzális módszertan és sok kérdésben vannak választási lehetőségek. Az EU tagállamokban alkalmazott számok jelentősen eltérnek egymástól, ami részint fizikai különbségekre vezethető vissza, de nagyobb részben a számítási módszer különbözőségére és a stratégiai torzításokra.

2. táblázat. Primer energia átalakítási tényezők az EU tagállamok szabályozásaiban 9

	Földgáz	LPG	Olaj – általános	Dízel vagy fűtőolaj	Tüzelőolaj	Szén – általános	Biomassza – általános	Fa – általános	Fapellet	Villamosenergia – hálózatról	Távhő – általános
EU tagállamok	1,00 – 1,26	1,00 – 1,20	1,00 – 1,23	1,00 – 1,14	1,00 – 1,20	1,00 – 1,46	0,01 – 1,10	0,01 – 1,20	0,01 – 1,26	1,5 – 3,45	0,15 – 1,50
CEN (nem megújuló)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,2	0,2	0,2	2,3	1,3

Az EU-ban jelenleg egy külön szabványbizottság foglalkozik a primer energia meghatározásának módszertani kérdéseivel (CEN/TC371 WG1). Elképzelhető, hogy minden tagállam számára kötelező módszertant fognak adni a primer váltószám meghatározására. Az is elképzelhető, hogy ezt a kérdést kiveszik a tagállamok kezéből és egységes értékeket fognak alkalmazni. Akárhogyan is történik, a cél ebben a kérdésben is a transzparencia, az átlátható és egységes módszertan lenne.

Cikkünk 2. része a hazai épületenergetikai rendelet számait veti össze a „valódi”, életciklus alapon meghatározott értékekkel.

### Köszönetnyilvánítás

Szalay Zsuzsa munkáját a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatta. A tanulmány alapjául szolgáló kutatást az Emberi Erőforrások Minisztériuma által meghirdetett Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program támogatta, a BME FIKP-VÍZ tématerületi programja keretében.

### Hivatkozások

- 1 OECD/IEA/Eurostat (2005): Energy Statistics Manual, Paris.
- 2 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról
- 3 MSZ EN ISO 52000-1:2017 Épületek energetikai teljesítő-képessége. Átfogó kiértékelés. 1. rész: Általános keretrendszer és eljárások
- 4 Eurostat: Statistics explained. [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Calculation\\_methodologies\\_for\\_the\\_share\\_of\\_renewables\\_in\\_energy\\_consumption](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Calculation_methodologies_for_the_share_of_renewables_in_energy_consumption) (letöltés 2018.07.24)
- 5 Anke Esser, Frank Sensfuss (2016): Final report - Evaluation of primary energy factor calculation options for electricity. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI).
- 6 Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/844 Irányelve (2018. május 30.) az épületek energiahatékonyságáról szóló 2010/31/EU irányelv és az energiahatékonyságról szóló 2012/27/EU irányelv módosításáról
- 7 Az Európai Parlament és a Tanács 2012/27/EU Irányelve (2012. október 25.) az energiahatékonyságról, a 2009/125/EK és a 2010/30/EU irányelv módosításáról, valamint a 2004/8/EK és a 2006/32/EK irányelv hatályon kívül helyezéséről
- 8 Szalay Zsuzsa (2016) *Sok sebből vérzik az energetikai rendelet*. Magyar Épületgépészet, 65 (11). pp. 17-20. ISSN 1215-9913
- 9 Roger Hitchin, Kirsten Engelund Thomsen, Kim B. Wittchen: Primary Energy Factors and Members States Energy Regulations, Primary factors and the EPBD, Concerted Action Factsheet
- 10 EU countries' 2013 cost-optimal reports, Part 1-2, <https://ec.europa.eu/energy/en/content/eu-countries-2013-cost-optimal-reports-part-1> (letöltés: 2018.07.24)